

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-078276

(43)Date of publication of application : 14.03.2003

---

(51)Int.Cl. H05K 9/00

---

(21)Application number : 2001-262077 (71)Applicant : TOPPAN PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 30.08.2001 (72)Inventor : HASHIMOTO OSAMU  
ITO MASAHIKO  
NAKAJIMA HIDEMI  
TAKAHASHI TETSUYA

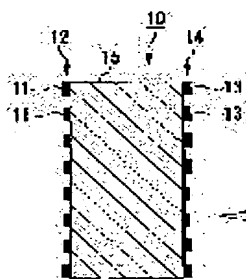
---

(54) RADIO WAVE ABSORBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a radio wave absorber for absorbing a radio wave having a frequency being shielded selectively in which the thickness can be reduced as compared with a conventional  $\lambda/4$  type radio wave absorber.

SOLUTION: The radio wave absorber 10 comprises a dielectric 15 having one side on which a radio wave absorbing surface 12 exhibiting a phase regulating function is formed and the opposite side on which a radio wave reflecting surface 14 is formed.



**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A wave absorber, wherein it has a dielectric, a wave absorption side which has a phase adjustment function is formed in this dielectric surface and a radio wave reflecting surface is formed in a dielectric surface of an opposite hand with a wave absorption side.

[Claim 2]The wave absorber according to claim 1, wherein two or more metal wire elements which a wave absorption side became independent of are allocated.

[Claim 3]The wave absorber according to claim 2 in which a metal wire element of a wave absorption side is characterized by having two or more open ends.

[Claim 4]The wave absorber according to claim 2 in which a metal wire element of a wave absorption side is characterized by an annular thing.

[Claim 5]The wave absorber according to any one of claims 1 to 4, wherein two or more independent metal wire elements which have the specific length corresponding to an electric wave of frequency which a radio wave reflecting surface tends to cover are allocated.

[Claim 6]The wave absorber according to claim 5, wherein a metal wire element of a radio wave reflecting surface is  $1/2$  to  $25\%$  in consideration of a conversion dielectric constant of an electric wave of frequency which has two or more open ends and the length of a metal wire element between these open ends tends to cover of wavelength% of within the limits.

[Claim 7]The wave absorber according to claim 5 characterized by being  $25\%$  of within the limits from wavelength in consideration of a conversion dielectric constant of an electric wave of frequency which a metal wire element of a radio wave reflecting

surface is annular, and the length of 1 round tends to cover.

[Claim 8]The wave absorber according to any one of claims 1 to 7, wherein a wave absorption side and a radio wave reflecting surface are established in three or more places in total.

[Claim 9]The wave absorber according to any one of claims 1 to 8 in which a radio wave reflecting surface is characterized by allocating two or more kinds of metal wire elements.

[Claim 10]The wave absorber according to any one of claims 1 to 9 in which a wave absorption side is characterized by having the impedance that an electric wave of frequency which it is going to cover reflected in the surface will be 40% or less.

[Claim 11]The wave absorber according to any one of claims 1 to 10, wherein transmission loss of an electric wave in frequency which is separated from frequency which it is going to cover not less than 20% is 10 dB or less.

[Claim 12]The wave absorber according to any one of claims 1 to 11, wherein a wave absorption side is established in two or more places.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to a wave absorber.

It is related with the wave absorber which absorbs the electric wave of specific frequency selectively especially.

[0002]

[Description of the Prior Art]While use of permanent communication indoor [, such as personal handy phone in a place of business and wireless LAN, ] shows breadth in recent years, it is becoming indispensable to improve the radio wave environment in an office from the point of the malfunction and noise prevention by the invasion electric wave from the leakage control and the outside of information. As a member for maintenance of such radio wave environment, the thing of various types is already proposed.

[0003]For example, electromagnetic shielding Intel Gent Bill who can do electromagnetic shielding members, such as metal and a ferrite, by adding to the main part of a building in a large frequency band using the electric wave of arbitrary

frequency as for information and telecommunications is proposed by JP,6-99972,B.  
 [0004]However, in the thing using wave absorbers, such as electric wave reflectors, such as such a griddle, a metallic net, a metallic mesh, and a metallic foil, and a ferrite, as an electromagnetic shielding member. In order that there might be no frequency selection nature in those electromagnetic shielding nature, there was a problem of covering to electric waves other than the frequency which it is going to cover.

[0005]Since said electric wave reflector reflects TV radio waves and causes radio disturbance (generating of a ghost), the part which can be used is restricted. Since shielding performance falls greatly by the crevice between electromagnetic shielding members, in order to demonstrate enough the shielding performance which each member has, the stringency in execution surfaces, such as connection, grounding, etc. between members, is required.

[0006]Only the electric wave of the specific frequency which it is going to cover by making JP,10-169039,A arrange a linear antenna element periodically as what cancels such a problem is covered, and the building that the connection and grounding between members are also unnecessary is proposed. However, what is depended on reflection loss mostly came out, and, for a certain reason, the cover had the problem that fluctuation of a CRT picture, malfunction of communication equipment, etc. by back-scattering may take place in the inside of an office.

[0007]As what solves the problem resulting from the radio wave reflection in the inside of such an office, the wave absorber which absorbs the electric wave of specific frequency selectively to JP,9-162589,A or JP,5-335832,A is proposed. The wave absorber of JP,9-162589,A makes an element with a larger electric resistance value smaller than an insulator than a conductor arrange, and absorbs the electric wave of specific frequency (above). However, the cover by this wave absorber, Since it was what is depended on the ohm loss of the alternating current which flows through the inside of an element by the exposure of an electric wave, in the element of minute volume, also in the electric wave of the frequency which it is going to cover, the penetration increased in practice, and the absorbable amount of electric waves had the problem of becoming small.

[0008]As the wave absorber of JP,5-335832,A is shown in drawing 8, the coating resistor 31 and the electric wave reflector 32 are the wave absorbers 30 arranged on both sides of the dielectric 33 ( $1/4$  of the radio wave wavelength [ thickness ] in this dielectric).

It is what is called  $\lambda/4$  type wave absorber that absorbs only the electric wave of specific frequency selectively.

[0009]The principle of the wave absorption by this  $\lambda/4$  type wave absorber is explained referring to drawing 9. When entering into other media B (electric wave reflector 32) out of the medium A with an electric wave (dielectric 33) generally, reflection coefficient  $S_{AB}$  of the electric wave in an A/B interface is expressed with a following formula (1).

$$S_{AB} = (Z_B - Z_A) / (Z_B + Z_A) \quad (1)$$

( $Z_A$  is an electric wave characteristic impedance of the medium A among a formula, and  $Z_B$  is an electric wave characteristic impedance of the medium B.)

[0010]Here, since the medium B is the electric wave reflector 32, i.e., a conductor, ( $Z_B \rightarrow 0$ ), it is set to  $S_{AB} \rightarrow -1$ , and as for an electric wave, it is thoroughly reflected by an A/B interface and a big standing wave stands into the medium A. At this time, the value of load impedance  $Z$  in the inside of the medium A is 0 in an A/B interface ( $X = 0$ ), as expressed with a following formula (2).

It becomes infinite infinity from an A/B interface in the place of  $X = \lambda/4$  ( $\lambda$  is the wavelength of an electric wave).

$$Z = jZ_A \tan 2\beta X \quad (2)$$

( $j$  is a prime number unit among a formula,  $\beta$  is the imaginary part (acoustic phase coefficient) of a sound propagation coefficient, and  $X$  is the distance from an A/B interface.)

[0011]If the coating resistor 31 of the impedance  $R$  is put on the position of this  $X = \lambda/4$ , since the load impedance in this position is parallel composition with  $R$  and infinity, it will be set to about  $R$ , and reflection coefficient  $S_{\lambda/4}$  in this position will become a value expressed with a following formula (3).

$$S_{\lambda/4} = (R - Z_A) / (R + Z_A) \quad (3)$$

That is, if the impedance  $R$  of the coating resistor 31 is completely equal to electric wave characteristic impedance  $Z_A$  of the medium A (dielectric 33), reflection coefficient  $S_{\lambda/4}$  will be set to 0.

[0012]As compared with the thing of JP,9-162589,A, this wave absorber has the large amount of wave absorption, and it is excellent also in frequency selection nature. however -- as opposed to the reflected component of the electric wave at which electric waves other than the frequency which it is going to cover are reflected in, namely, the frequency selection nature arrives from the coating resistor side in order to back the back side of a dielectric with electric wave reflectors, such as a metallic foil and a metallic net, -- it is -- it had a problem to say. It will be reflected regardless

of frequency and the electric wave which comes from the electric wave reflector side may have caused TV-radio-waves radio disturbance mentioned above.

[0013]As a wave absorber which absorbs selectively only the electric wave of the frequency which it is going to cover, and makes electric waves other than this penetrate bidirectionally, The wave absorber in which the coating resistor and the radio wave reflecting surface in which the metal wire element which has the specific length corresponding to the electric wave of the frequency which it is going to cover was allocated have been arranged on both sides of a dielectric at JP,2000-53484,A is proposed. However, the frequency of the electric wave which it is going to cover in  $\lambda/4$  conventional type wave absorber including this wave absorber became low, namely, thickness  $\lambda/4$  of a dielectric had the problem that it became thick and the whole wave absorber became thick as wavelength became long.

[0014]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]Therefore, the purpose of this invention absorbs selectively the electric wave of the frequency which it is going to cover, and there is in providing the wave absorber which can moreover make thickness thinner than  $\lambda/4$  conventional type wave absorber. The purpose of this invention is to provide the wave absorber which can make electric waves other than the frequency which it is going to cover penetrate bidirectionally further, does not have the necessity for connection between wave absorbers, or grounding, and is excellent in workability.

[0015]

[Means for Solving the Problem]A wave absorber of this invention has a dielectric, a wave absorption side which has a phase adjustment function is formed in this dielectric surface, and a radio wave reflecting surface is formed in a dielectric surface of an opposite hand with a wave absorption side. As for a wave absorption side, it is desirable to allocate two or more independent metal wire elements. Here, a metal wire element may have two or more open ends, and may be annular.

[0016]As for a radio wave reflecting surface, it is desirable to allocate two or more independent metal wire elements which have the specific length corresponding to an electric wave of frequency which it is going to cover. Have a metal wire element and here two or more open ends the length of a metal wire element between these open ends, May be  $1/2$  to  $\approx 25$  in consideration of a conversion dielectric constant of an electric wave of frequency which it is going to cover of wavelength% of within the limits, and a metal wire element, It may be annular and the length of 1 round may be  $\approx 25\%$  of within the limits from wavelength in consideration of a conversion dielectric

constant of an electric wave of frequency which it is going to cover. Suppose that those including a dielectric constant of a dielectric, thickness and a dielectric constant of a film used for a base material of a metal wire element, and thickness for which it asked equivalent are called a "conversion dielectric constant" in this invention.

[0017] A wave absorption side and a radio wave reflecting surface may be established in three or more places in total. In a radio wave reflecting surface, two or more kinds of metal wire elements may be allocated. As for a wave absorption side, it is desirable that it is what has the impedance that an electric wave of frequency which it is going to cover reflected in the surface will be 40% or less. As for a wave absorber of this invention, it is desirable for transmission loss of an electric wave in frequency which is separated from frequency which it is going to cover not less than 20% to be 10 dB or less. Two or more wave absorption sides may be established.

[0018]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained concretely.

Drawing 1 is a sectional view showing an example of the wave absorber of this invention. The wave absorption side 12 in which two or more metal wire elements 11 which this wave absorber 10 became independent of were allocated, and the radio wave reflecting surface 14 in which two or more independent metal wire elements 13 were allocated are arranged on both sides of the dielectric 15. The arrows I and II express the arrival directions of an electric wave among a figure, respectively.

[0019] Two or more independent metal wire elements 13 which have the specific length corresponding to the electric wave of the frequency which is going to cover the radio wave reflecting surface 14 are allocated in the dielectric 15 surface. Here, as for the construction material of the metal wire element 13, it is desirable for impedance to be a conductor which is about 0. That is, when conductors (metal wire element 13), such as a metal stick which is not grounded and a metal wire, are put on the place where the electric wave has come, some electric waves are absorbed and others are reflected by an interaction with the electromagnetic field which the alternating current which flows in a conductor makes. At this time, the ratio (an absorbed amount/reflected amount) of the absorbed amount of an electric wave and a reflected amount changes with the impedance of a conductor, and if impedance is about 0, that ratio will also be set to about 0.

[0020] As shown in drawing 2, the metal wire element 13 has the open end 20, and is set to 1/2 of the wavelength in the inside of the dielectric 15 of the electric wave of the frequency which the length of the metal wire element 13 between these open ends

20 tends to cover. That is, the interaction (absorption, reflection) of a conductor (metal wire element 13) and an electric wave becomes large when a conductor and an electric wave resonate, and this resonance takes place, when the length of the conductor between open ends is  $1/2$  of a radio wave wavelength.

[0021] You may be branching-shaped things, such as a thing, at a Y shape as shown in the thing of a cross-joint form as limitation not carried out to the linear thing which shows drawing 2 the shape of the metal wire element 13 but shown in drawing 3, and drawing 4. In a branching-shaped thing, the length from the turning point to the open end 20 drops to  $1/4$  of a radio wave wavelength. The shape of the metal wire element 13 may be annular things, such as a triangle, a rectangular head, a circle, etc. which are shown in drawing 5 – drawing 7. In the case of the length as a radio wave wavelength with the same length of 1 round, the resonance of a conductor and an electric wave takes place in an annular thing.

[0022] In what is difficult for making into the same length all the metal wire elements 13 allocated in the radio wave reflecting surface 14, and has the open end 20. More preferably the length to  $\pm 10\%$  of range to  $1/2$  to  $\pm 25\%$  in consideration of the conversion dielectric constant of the dielectric 15 of the electric wave of the frequency which it is going to cover of wavelength% of range in an annular thing. The length of 1 round is more preferably permitted to  $\pm 10\%$  of range from the wavelength in consideration of the conversion dielectric constant of the dielectric 15 of the electric wave of the frequency which it is going to cover to  $\pm 25\%$  of range.

[0023] The absorption and reflection in such a radio wave reflecting surface 14 take place also to the electric wave of the metal wire element 13 circumference directly not only to the electric wave which enters into the surface of the metal wire element 13 (however, the more it separates from the metal wire element 13, the more absorption and a reflected amount decrease). That is, in the radio wave reflecting surface 14 in which the metal wire element 13 was allocated, it resonates, when the distance between the open ends 20 of the metal wire element 13 is  $1/2$  of a radio wave wavelength, and an interaction becomes large and the electric wave of a conductor and the resonating wavelength (frequency) is almost reflected in respect of this. In other words, for the metal wire element 13 of this length, and the electric wave of the wavelength (frequency) not resonating, that most penetrates this radio wave reflecting surface 14, without a reflector becoming.

[0024] The radio wave reflecting surface 14 is a thing using the character which a line conductor which was stated above has, and is made into a radio wave reflecting surface in arranging the metal wire element 13 of the electric wave (however, the



wavelength wavelength in the inside of a dielectric) of the frequency which it is going to cover, and length which resonates. It becomes so good that the interval between each metal wire elements 13 is so small that the line width and thickness are large since the reflection performance of such a radio wave reflecting surface 14 is actually decided by the size of the alternating current which flows in each metal wire element 13 with a certain impedance. However, since the reflection in the metal wire element 13 surface of electromagnetic waves (frequency contains the thing more than infrared light) other than the electric wave of the frequency which it is going to cover also becomes large simultaneously, frequency selection nature worsens. Then, in consideration of the reflection performance and frequency selection nature to an electric wave of the frequency which it is going to reflect, the interval between the line width of the metal wire element 13, thickness, and each metal wire element 13 is determined practically.

[0025] Although six kinds of metal wire elements were illustrated from drawing 2 to drawing 7 here, it is clear that the shape of a metal wire element is not what is limited to these at the aforementioned explanation. Such a metal wire element can be formed by removing an excessive metallic foil by etching, after sticking a metallic foil on the dielectric 15 and, performing masking by ultraviolet curing resin for example, according to the pattern of a metal wire element. Limitation is not carried out to that by which the radio wave reflecting surface 14 formed the metal wire element 13 in the surface of the dielectric 15 directly as shown in drawing 1. A metal wire element may be provided on the base material which consists of dielectrics, such as other high polymer films, glass, ceramics, and paper, and the base material may be arranged on the dielectric 15 surface. Since the array surface of the metal wire element which became independent separately is used as a radio wave reflecting surface, connection and grounding of wave absorbers are unnecessary. This makes workability very simple and is another big advantage of the wave absorber of this invention.

[0026] Two or more metal wire elements 11 which the wave absorption side 12 became independent of are allocated in the dielectric 15 surface. Limitation is not carried out to that by which the wave absorption side 12 formed the metal wire element 11 in the surface of the dielectric 15 directly as shown in drawing 1. A metal wire element may be provided on the base material which consists of dielectrics, such as other high polymer films, glass, ceramics, and paper, and the base material may be arranged on the dielectric 15 surface. The shape of the metal wire element 11 is not limited especially like the above-mentioned metal wire element 13, and the shape shown by drawing 7 from drawing 2 is mentioned, for example.

[0027]The construction material of the metal wire element 11 is determined as follows. Since the reflection coefficient in the surface of a wave absorption side will be set to 0 if the impedance  $R$  of a coating resistor (wave absorption side 12) is completely equal to electric wave characteristic-impedance  $Z_A$  of the medium A (dielectric 15) as mentioned above, The thing of a coating resistor near electric wave characteristic-impedance  $Z_A$  of the medium A is [ the wave absorption side 12 / the impedance  $R$  ] preferred.

[0028]Therefore, if it seems that the wave absorption side 12 has such impedance  $R$ , the construction material of the metal wire element used for the wave absorption side 12 will not receive essential limitation. If the media A are air and a vacuum here, electric wave characteristic-impedance  $Z_A$  will serve as an electric wave characteristic impedance ( $\approx 377\text{ohm}$ ) of free space, and, in the case of glass, an organic high polymer, etc., it will become with the electric wave characteristic impedance in the inside.

[0029]However, the impedance  $R$  of the wave absorption side 12 which consists of the conductive high metal wire element 11 is low compared with the electric wave characteristic impedance of free space, and it is difficult to bring close to electric wave characteristic-impedance  $Z_A$ . Then, in order to obtain the wave absorber which is satisfactory practically, the wave absorption side 12 shall have the impedance  $R$  which makes more preferably reflection of the electric wave of the frequency which it is going to cover in the surface 35% or less 40% or less. In order to fully absorb the electric wave of the frequency which it is going to cover which comes from the direction of I, it is necessary to make impedance match between a progressive wave and a reflected wave in the surface of the wave absorption side 12. Therefore, as for the impedance and inductance of the wave absorption side 12, and conductance, it is desirable to determine using a transmission-line theory or electromagnetic field analysis.

[0030]The wave absorption side 12 has the work (phase adjustment function) to which the phase of the electric wave of the frequency which it is going to cover is shifted by composition with a penetration electric wave and the electric wave to which it reradiates from a metal wire element. The value of load impedance  $Z$  in the inside of the medium A expressed with the above-mentioned formula (2) by shifting the phase of the electric wave of the frequency which it is going to cover, The position  $X$  to which load impedance  $Z$  in the inside of the medium A becomes infinite in the place of  $X=\lambda/4$  ( $\lambda$  is the wavelength of an electric wave) according to the shift of a phase without becoming infinite infinity is also shifted from an A/B interface.

Therefore, it becomes possible by adjusting the grade of a phase shift to adjust position (X) of the wave absorption layer 12 from the radio wave reflecting surface 14 (A/B interface), i.e., change of the thickness of the wave absorber 10.

[0031]In order for the length of the metal wire element 11 to shift a phase and to pass this, without reflecting the electric wave of the frequency which it is going to cover, In the case of what has an open end, it is preferred that it is what is different not less than  $\pm 2\%$  from  $1/2$  in consideration of the conversion dielectric constant of the dielectric 15 of the electric wave of the frequency which it is going to cover of wavelength. It differs not less than  $\pm 10\%$  more preferably. There is a possibility that reflection of the electric wave of the frequency which length tends to cover in less than  $1/2$  to  $\pm 2$  of wavelength% of metal wire element may become large. As for a length of 1 round of the metal wire element 11, in the case of an annular thing, it is preferred that it is what is different not less than  $\pm 2\%$  from the wavelength in consideration of the conversion dielectric constant of the dielectric 15 of the electric wave of the frequency which it is going to cover. It differs not less than  $\pm 10\%$  more preferably. There is a possibility that reflection of the electric wave of the frequency which length tends to cover with less than  $\pm 2\%$  of metal wire element from wavelength may become large.

[0032]In order to make thin thickness of the neighborhood 10, i.e., a wave absorber, the position of the wave absorption side 12 from the radio wave reflecting surface 14, In the case of what has an open end, 35% – 95% of range is suitable for the length of the metal wire element 11 to  $1/2$  of the wavelength in the inside of the dielectric 15 of the electric wave of the frequency which it is going to cover, and, specifically, 40% – 60% of its range is more preferred. When the capability for the length of the metal wire element 11 to change a phase with  $1/2$  of less than 35% of radio wave wavelengths declines and it exceeds 95%, there is a possibility that reflection of the electric wave of the frequency which it is going to cover may become large. In the case of an annular thing, 35% – 95% of range is suitable for a length of 1 round of the metal wire element 11 to the wavelength in consideration of the conversion dielectric constant of the dielectric 15 of the electric wave of the frequency which it is going to cover, and 40% – 60% of its range is more preferred.

[0033]If the dielectric 15 is what is called an insulator, it cannot receive restriction essential to the construction material, such as glass, ceramics, and an organic high polymer, and it can also be used for it combining two or more construction material. The gas of a vacuum, air, and others shall also be contained in the dielectric in this invention.

[0034]The thickness of the dielectric 15 is suitably determined by the grade of the phase shift in the dielectric constant of a dielectric, the frequency of the electric wave which it is going to cover, and the wave absorption side 12. Also about the thickness determination of the dielectric 15, it is effective to use a transmission-line theory and electromagnetic field analysis.

[0035]Since the wave absorption side 12 has a phase adjustment function if it is in such a wave absorber 10, According to the grade of the phase shift by the wave absorption side 12, the interval of the wave absorption side 12 and the radio wave reflecting surface 14 can be adjusted, and the frequency of the electric wave which it is going to cover can make thickness thin compared with the  $\lambda/4$  same conventional type wave absorber. Since the wave absorption side 12 and the radio wave reflecting surface 14 which function also as a resistor are arranged on both sides of the dielectric 15, The electric wave of specific frequency according to the grade of the phase shift by the interval and the wave absorption side 12 of the wave absorption side 12 and the radio wave reflecting surface 14 is absorbable among the electric waves which come from the direction of I.

[0036]Since the metal wire element 13 which has the specific length corresponding to the electric wave of the frequency which the radio wave reflecting surface 14 tends to cover is allocated, Reflecting the electric wave which comes from direction II among the electric waves of the frequency which it is going to cover, electric waves other than the frequency which it is going to cover can be made to penetrate bidirectionally, there is no necessity for connection between wave absorbers or grounding, and it excels in workability. Since the metal wire element 13 is allocated, if the radio wave reflecting surface 14 uses construction material with high transmissivity of light as the dielectric 15, the wave absorber obtained becomes what has the high transmissivity of light, and it can stick it on a windowpane etc.

[0037]Here, the state where the transmission loss of the electric wave in the frequency which separated not less than 20% is set to 10 dB or less from the frequency which it tends to cover that electric waves other than the frequency which it is going to cover can be made to penetrate bidirectionally is said.

[0038]As for the wave absorber of this invention, limitation is not carried out to the thing of the gestalt of the wave absorber 10 of the example of a graphic display, If the wave absorption side which has a dielectric and has a phase adjustment function in one surface of this dielectric is formed and the radio wave reflecting surface is formed in the dielectric surface of an opposite hand in the wave absorption side, For example, (1) The protective layer etc. which consist of a plastic film, glass, etc. could be

provided in the surface of that by which the dielectric and the wave absorption side are established in the both sides of the radio wave reflecting surface, (2)

wave-absorption side, and/or a radio wave reflecting surface.

[0039]In a radio wave reflecting surface, two or more kinds of metal wire elements may be allocated. The wave absorber which has such a radio wave reflecting surface can reflect the electric wave of two or more frequency. If two or more wave absorption sides are established in the position according to each wavelength of the electric wave of two or more frequency reflected in this radio wave reflecting surface, the electric wave of two or more frequency is absorbable.

[0040]

[Example](Example 1) The film (L:2pf, R:0.01ohm/\*\*) [at2.45GHz] which has the metal wire element 11 was stuck on the 14-mm-thick styrene foam (dielectric 15) surface. The film (R:0.01ohm/\*\*) [at2.45GHz] which has the metal wire element 13 was stuck on the rear face of this styrene foam (dielectric 15), and the wave absorber as shown in drawing 1 was produced.

[0041]About this wave absorber, transmission loss measurement at 2.45 GHz to the electric wave which comes from the direction of I, and measurement of return loss were performed. A result is shown in Table 1. Transmission loss measurement measured what dB transmission quantity decreased compared with the case where there is no wave absorber using the transmission loss method. Return loss measurement measured what dB reflected amount decreased as compared with the metal plate of the same size using the reflection-electric-power method. The time base range was 2 to 20 GHz, and was measured in the S21 mode of a network analyzer (HYU red puckered company make, HP8522C).

[0042](Comparative example 1) The film which has a coating resistor (R:377ohm/\*\*) was stuck on the 30.6-mm-thick styrene foam (dielectric) surface. The film (R:0.01ohm/\*\*) [at2.45GHz] which has a metal wire element was stuck on the rear face of this styrene foam (dielectric), and the coating resistor and the radio wave reflecting surface produced the wave absorber arranged on both sides of a dielectric. About this wave absorber, transmission loss measurement and measurement of return loss were performed like Example 1. A result is shown in Table 1.

[0043]

[Table 1]

	2.45GHz 反射減衰量	2.45GHz 透過減衰量	全体の厚さ
実施例1	34dB	40dB	14mm
比較例1	40dB	40dB	30.6mm

[0044]It was checked that thickness can be substantially made thin compared with the conventional wave absorber the wave absorber of this invention maintaining sufficient performance so that clearly from the result of Table 1.

[0045]

[Effect of the Invention]As mentioned above, as explained, the wave absorber of this invention, Since it has a dielectric, the wave absorption side which has a phase adjustment function is formed in this dielectric surface and the radio wave reflecting surface is formed in the dielectric surface of an opposite hand with the wave absorption side, The electric wave of the frequency which it is going to cover which comes from the wave absorption side side is absorbed selectively, it reflects and, moreover, the electric wave which comes from the radio wave reflecting surface side can make thickness thinner than  $\lambda/4$  conventional type wave absorber. If a radio-shielding room etc. are formed using the wave absorber of this invention, while being able to prevent generating of fluctuation of a screen, malfunction of permanent communication, etc. resulting from the reflection in the interior of a room of an electric wave and the invasion from outdoor which are used for the permanent communications (personal handy phone in a place of business, wireless LAN, etc.) in the interior of a room, Communication with the exterior, reception of public broadcasting, etc. are possible.

[0046]Electric waves other than the frequency which it is going to cover can be made to penetrate bidirectionally, there is no necessity for connection between wave absorbers or grounding, and a wave absorption side is excellent in workability, if two or more independent metal wire elements are allocated. If construction material with high transmissivity of light is used as a dielectric, the wave absorber obtained becomes what has the high transmissivity of light, and can be stuck on a windowpane etc.

[0047]If two or more independent metal wire elements which have the specific length corresponding to the electric wave of the frequency which a radio wave reflecting surface tends to cover are allocated, It can reflect, and the electric wave which comes from the radio wave reflecting surface side among the electric waves of the frequency which it is going to cover can make electric waves other than the frequency which it is going to cover penetrate bidirectionally, does not have the necessity for connection between wave absorbers, or grounding, and is excellent in workability. If construction material with high transmissivity of light is used as a dielectric, the wave absorber obtained becomes what has the high transmissivity of light, and can be stuck on a windowpane etc.

[0048] If the wave absorption side and the radio wave reflecting surface are established in three or more places in total, the electric wave of two or more frequency can be reflected. A radio wave reflecting surface can reflect the electric wave of two or more frequency, if two or more kinds of metal wire elements are allocated. The electric wave of the frequency which it is going to cover is efficiently absorbable, suppressing the reflection in respect of wave absorption, if a wave absorption side has the impedance that the electric wave of the frequency which it is going to cover reflected in the surface will be 40% or less. If the transmission loss of the electric wave in the frequency in which the wave absorber of this invention separated from the frequency which it is going to cover not less than 20% is 10 dB or less, the transmission quantity of electric waves other than the frequency which it is going to cover which penetrate a wave absorber will turn into sufficient quantity. If two or more wave absorption sides are established, the electric wave of two or more frequency is absorbable.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-78276  
(P2003-78276A)

(43) 公開日 平成15年3月14日 (2003.3.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 5 K 9/00

識別記号

F I

H 0 5 K 9/00

テームト\* (参考)

M 5 E 3 2 1

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-262077(P2001-262077)

(22) 出願日 平成13年8月30日 (2001.8.30)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成13年5月18日  
社団法人電子情報通信学会発行の「電子情報通信学会技  
術研究報告 信学技報 V o l . 101 N o . 90」に発  
表

(71) 出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72) 発明者 橋本 修

東京都世田谷区千歳台6丁目16番1号 青  
山学院大学内

(72) 発明者 伊藤 晶彦

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印  
刷株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外6名)

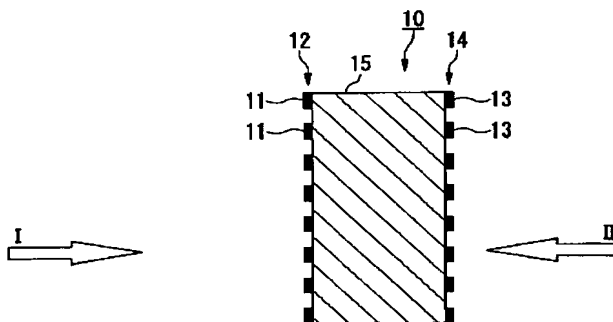
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電波吸収体

(57) 【要約】

【課題】 遮蔽しようとする周波数の電波を選択的に吸  
収し、しかも、従来の $\lambda/4$ 型電波吸収体よりも厚さを  
薄くできる電波吸収体を提供する。

【解決手段】 誘電体15を有し、該誘電体15の一方  
の表面には位相調整機能を有する電波吸収面12が形成  
され、電波吸収面12とは反対側の誘電体15表面には  
電波反射面14が形成されている電波吸収体10。





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 誘電体を有し、該誘電体表面には位相調整機能を有する電波吸収面が形成され、電波吸収面とは反対側の誘電体表面には電波反射面が形成されていることを特徴とする電波吸収体。

【請求項 2】 電波吸収面が、独立した複数の金属線素子が配設されたものであることを特徴とする請求項 1 記載の電波吸収体。

【請求項 3】 電波吸収面の金属線素子が、複数の開放端を有することを特徴とする請求項 2 記載の電波吸収体。

【請求項 4】 電波吸収面の金属線素子が、環状であることを特徴とする請求項 2 記載の電波吸収体。

【請求項 5】 電波反射面が、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する、独立した複数の金属線素子が配設されたものであることを特徴とする請求項 1 ないし 4 いずれか一項に記載の電波吸収体。

【請求項 6】 電波反射面の金属線素子が、複数の開放端を有し、該開放端間の金属線素子の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長の 2 分の 1 から ± 25 % の範囲内であることを特徴とする請求項 5 記載の電波吸収体。

【請求項 7】 電波反射面の金属線素子が、環状であり、その 1 周の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長から ± 25 % の範囲内であることを特徴とする請求項 5 記載の電波吸収体。

【請求項 8】 電波吸収面および電波反射面が合計で 3 カ所以上に設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 7 いずれか一項に記載の電波吸収体。

【請求項 9】 電波反射面が、複数種類の金属線素子が配設されたものであることを特徴とする請求項 1 ないし 8 いずれか一項に記載の電波吸収体。

【請求項 10】 電波吸収面が、その表面において反射される、遮蔽しようとする周波数の電波が 40 % 以下となるようなインピーダンスを有することを特徴とする請求項 1 ないし 9 いずれか一項に記載の電波吸収体。

【請求項 11】 遮蔽しようとする周波数から 20 % 以上離れた周波数における電波の透過損失が、10 dB 以下であることを特徴とする請求項 1 ないし 10 いずれか一項に記載の電波吸収体。

【請求項 12】 電波吸収面が複数箇所に設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 11 いずれか一項に記載の電波吸収体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電波吸収体に関するものであり、特に、特定周波数の電波を選択的に吸収する電波吸収体に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、事業所内簡易型携帯電話や無線 LAN 等の室内における専用通信の利用が広がりを見せるなか、情報の漏洩防止や外部からの侵入電波による誤動作やノイズ防止といった点から、オフィス内での電波環境を整えることが不可欠になってきている。そのような電波環境の整備用部材として、既に種々のタイプのものが提案されている。

【0003】 例えば、特公平 6-99972 号公報には、金属やフェライトなどの電磁シールド部材をビルの躯体に付加することで、広い周波数帯域で任意の周波数の電波を使って情報通信が出来る電磁シールド・インテリジェントビルが提案されている。

【0004】 しかしながら、このような鉄板、金属網、金属メッシュ、金属箔などの電波反射体やフェライトなどの電波吸収体を電磁シールド部材として用いたものは、それらの電磁シールド性に周波数選択性が無いため、遮蔽しようとする周波数以外の電波まで遮蔽してしまうという問題があった。

【0005】 また、前記電波反射体はテレビ電波を反射し、受信障害（ゴーストの発生）の原因となるため、用いることができる箇所が制限される。さらに、電磁シールド部材間の隙間によってシールド性能が大きく低下するため、個々の部材が持つシールド性能を十分発揮させるには、部材間の接続や接地など施工面での厳密性が要求される。

【0006】 このような問題点を解消するものとしては、特開平 10-169039 号公報に、線状のアンテナ素子を定期的に配列させることで遮蔽しようとする特定周波数の電波のみを遮蔽し、部材間の接続や接地も必要ないという建物が提案されている。しかしながら、その遮蔽は反射損失によるものが大部分であるため、オフィス内部において反射電波による CRT 画面の揺らぎや通信機器の誤動作などが起こる場合があるという問題を有していた。

【0007】 このようなオフィス内部における電波反射に起因する問題を解消するものとしては、特開平 9-162589 号公報や特開平 5-335832 号公報に、特定周波数の電波を選択的に吸収する電波吸収体が提案されている。特開平 9-162589 号公報の電波吸収体は、導電体より大きく絶縁体より小さい電気抵抗値を持つエレメントを配列させて特定周波数（以上）の電波を吸収するものである。しかしながら、この電波吸収体による遮蔽は、電波の照射によってエレメント内を流れる交番電流の抵抗損失によるものであるため、微小な体積のエレメントでは、遮蔽しようとする周波数の電波においても実際的には透過が多くなり、吸収可能な電流量は僅少になるという問題を有していた。

【0008】 特開平 5-335832 号公報の電波吸収体は、図 8 に示すように、抵抗体皮膜 31 と電波反射体

32とが誘電体33（厚さがこの誘電体内における電波波長の4分の1）を挟んで配置された電波吸収体30であり、特定周波数の電波のみを選択的に吸収する、いわゆる $\lambda/4$ 型電波吸収体である。

【0009】この $\lambda/4$ 型電波吸収体による電波吸収の原理を、図9を参照しながら説明する。一般に、電波がある媒体A（誘電体33）中から他の媒体B（電波反射体32）へ入射する場合、A/B界面での電波の反射係数 $S_{AB}$ は、下記式（1）で表される。

$$S_{AB} = (Z_B - Z_A) / (Z_B + Z_A) \quad (1)$$

（式中、 $Z_A$  は媒体Aの電波特性インピーダンスであり、 $Z_B$  は媒体Bの電波特性インピーダンスである。）

【0010】ここで、媒体Bは電波反射体32、すなわち導体（ $Z_B \approx 0$ ）であるので、 $S_{AB} \approx -1$ となり、電波はA/B界面で完全に反射され、媒体A中に大きな定在波が立つ。この時、媒体A中での負荷インピーダンス $Z$ の値は、下記式（2）で表されるようにA/B界面（ $X=0$ ）で0であり、A/B界面から $X=\lambda/4$ （ $\lambda$ は電波の波長）の所で無限大 $\infty$ になる。

$$Z = j Z_A \tan 2\beta X \quad (2)$$

（式中、 $j$  は素数単位であり、 $\beta$  は伝搬定数の虚数部（位相定数）であり、 $X$  はA/B界面からの距離である。）

【0011】この $X=\lambda/4$ の位置にインピーダンス $R$ の抵抗体皮膜31を置くと、この位置での負荷インピーダンスは、 $R$ と $\infty$ との並列合成であるのでほぼ $R$ となり、この位置での反射係数 $S_{\lambda/4}$ は、下記式（3）で表される値になる。

$$S_{\lambda/4} = (R - Z_A) / (R + Z_A) \quad (3)$$

すなわち、抵抗体皮膜31のインピーダンス $R$ が、媒質A（誘電体33）の電波特性インピーダンス $Z_A$ に完全に等しければ反射係数 $S_{\lambda/4}$ は0となる。

【0012】この電波吸収体は、電波吸収量が特開平9-162589号公報のものに比して大きく、周波数選択性にも優れる。しかしながら、誘電体の裏側を金属箔や金属網などの電波反射体で裏打ちするため、遮蔽しようとする周波数以外の電波は反射してしまう、すなわち、その周波数選択性は抵抗体皮膜側から到来する電波の反射成分に対してのみであるという問題を有していた。さらに、電波反射体側から到来する電波は、周波数に関係なく反射されてしまい、上述したテレビ電波受信障害の原因となる可能性があった。

【0013】遮蔽しようとする周波数の電波のみを選択的に吸収し、これ以外の電波を双方向に透過させる電波吸収体としては、特開2000-53484号に、抵抗体皮膜と、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する金属線素子が配設された電波反射面とが、誘電体を挟んで配置された電波吸収体が提案されている。しかしながら、この電波吸収体をはじめ、従来の $\lambda/4$ 型電波吸収体においては、遮蔽しようとする電波

の周波数が低くなる、すなわち波長が長くなるにつれて、誘電体の厚さ $\lambda/4$ が厚くなり、電波吸収体全体が厚くなるといった問題を有していた。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】よって、本発明の目的は、遮蔽しようとする周波数の電波を選択的に吸収し、しかも、従来の $\lambda/4$ 型電波吸収体よりも厚さを薄くできる電波吸収体を提供することにある。また、本発明の目的は、さらに、遮蔽しようとする周波数以外の電波を双方向に透過させることができ、電波吸収体間の接続や接地の必要がなく施工性に優れる電波吸収体を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の電波吸収体は、誘電体を有し、該誘電体表面には位相調整機能を有する電波吸収面が形成され、電波吸収面とは反対側の誘電体表面には電波反射面が形成されていることを特徴とする。また、電波吸収面は、独立した複数の金属線素子が配設されたものであることが望ましい。ここで、金属線素子は、複数の開放端を有するものであってもよく、環状のものであってもよい。

【0016】また、電波反射面は、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する、独立した複数の金属線素子が配設されたものであることが望ましい。ここで、金属線素子は、複数の開放端を有し、該開放端間の金属線素子の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長の2分の1から $\pm 2.5\%$ の範囲内であるものであってもよく、また、金属線素子は、環状であり、その1周の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長から $\pm 2.5\%$ の範囲内であるものであってもよい。本発明においては、誘電体の誘電率、厚さ、並びに金属線素子の支持体に用いられているフィルムの誘電率、厚さを含め、等価的に求めたものを「換算誘電率」と呼ぶこととする。

【0017】また、電波吸収面および電波反射面は、合計で3カ所以上に設けられていてもよい。また、電波反射面は、複数種類の金属線素子が配設されたものであってもよい。また、電波吸収面は、その表面において反射される、遮蔽しようとする周波数の電波が40%以下となるようなインピーダンスを有するものであることが望ましい。また、本発明の電波吸収体は、遮蔽しようとする周波数から20%以上離れた周波数における電波の透過損失が、10dB以下であることが望ましい。また、電波吸収面は、複数設けられていてもよい。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体的に説明する。図1は、本発明の電波吸収体の一例を示す断面図である。この電波吸収体10は、独立した複数の金属線素子11が配設された電波吸収面12と、独立した複数の金属線素子13が配設された電波反射面14とが、誘電

体 15 を挟んで配置されているものである。また、図中、矢印 I、II はそれぞれ電波の到来方向を表したものである。

【0019】電波反射面 14 は、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する、独立した複数の金属線素子 13 が誘電体 15 表面に配設されたものである。ここで、金属線素子 13 の材質は、インピーダンスがほぼ 0 である導体であることが望ましい。すなわち、電波が到来している場所に、接地されていない金属棒や金属ワイヤーなどの導体（金属線素子 13）を置いた場合、一部の電波は吸収され、他は導体中を流れる交番電流が作る電磁界との相互作用によって反射される。この時、電波の吸収量と反射量との比（吸収量／反射量）は導体のインピーダンスによって変わり、インピーダンスがほぼ 0 であればその比もほぼ 0 となる。

【0020】また、金属線素子 13 は、図 2 に示すように、開放端 20 を有し、該開放端 20 間の金属線素子 13 の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の誘電体 15 中での波長の 2 分の 1 とされる。すなわち、導体（金属線素子 13）と電波の相互作用（吸収、反射）は、導体と電波が共鳴する場合に大きくなり、この共鳴は、開放端間の導体の長さが電波波長の 2 分の 1 の場合に起こる。

【0021】なお、金属線素子 13 の形状は、図 2 に示す線状のものに限定はされず、図 3 に示すような十字形のもの、図 4 に示すような Y 字形のものなど、枝分かれ形状のものであっても構わない。枝分かれ形状のものであれば、その分岐点から開放端 20 までの長さが、電波波長の 4 分の 1 となる。また、金属線素子 13 の形状は、図 5～図 7 に示す三角、四角、円など環状のものであっても構わない。環状のものでは、導体と電波との共鳴は、その 1 周の長さが、電波波長と同じ長さの場合に起こる。

【0022】また、電波反射面 14 に配設されたすべての金属線素子 13 を同じ長さにするのは困難であり、開放端 20 を有するものでは、その長さは、遮蔽しようとする周波数の電波の、誘電体 15 の換算誘電率を考慮した波長の 2 分の 1 から  $\pm 25\%$  の範囲まで、より好ましくは  $\pm 10\%$  の範囲まで、環状のものでは、その 1 周の長さは、遮蔽しようとする周波数の電波の、誘電体 15 の換算誘電率を考慮した波長から  $\pm 25\%$  の範囲まで、より好ましくは  $\pm 10\%$  の範囲まで許容される。

【0023】このような電波反射面 14 における吸収や反射は、直接、金属線素子 13 の表面に入射する電波に対してだけでなく、その金属線素子 13 周囲の電波に対しても起こる（ただし、金属線素子 13 から離れれば離れる程、吸収や反射量は少なくなる）。すなわち、金属線素子 13 が配設された電波反射面 14 では、金属線素子 13 の開放端 20 間の距離が電波波長の 2 分の 1 の場合に共鳴し、相互作用が大きくなって導体と共鳴する波

長（周波数）の電波は、この面で殆ど反射する。言い換えると、この長さの金属線素子 13 と共鳴しない波長（周波数）の電波にとっては、この電波反射面 14 は反射面とはならずその大部分が透過する。

【0024】電波反射面 14 は、以上に述べたような線状導体の持つ性質を利用したもので、遮蔽しようとする周波数の電波（但し、その波長は誘電体中での波長）と共鳴するような長さの金属線素子 13 を配列することで電波反射面としたものである。このような電波反射面 14 の反射性能は、実際にはあるインピーダンスを持つ個々の金属線素子 13 中を流れる交番電流の大きさによって決まるため、その線幅や厚さは大きい程、個々の金属線素子 13 間の間隔は小さい程良くなる。しかしながら、同時に、遮蔽しようとする周波数の電波以外の（周波数が赤外光以上のものを含む）電磁波の金属線素子 13 表面における反射も大きくなるため周波数選択性が悪くなる。そこで実用上は、反射しようとする周波数の電波に対する反射性能と周波数選択性を考慮して、金属線素子 13 の線幅、厚さ、個々の金属線素子 13 間の間隔が決定される。

【0025】ここでは図 2 から図 7 まで、6 種類の金属線素子を図示したが、金属線素子の形状がこれらに限定されるものでないことは、前記の説明で明らかである。このような金属線素子は、例えば、誘電体 15 上に金属箔を貼付し、金属線素子のパターンにしたがって紫外線硬化樹脂によるマスキングを行った後、余分な金属箔をエッチングにより取り除くことによって形成することができる。また、電波反射面 14 は、図 1 に示すように、金属線素子 13 を誘電体 15 の表面に直接設けたものに限定はされず、他の高分子フィルムやガラス、セラミックス、紙などの誘電体からなる支持体上に金属線素子を設け、その支持体を誘電体 15 表面に配置したものであってもかまわない。また、電波反射面として個々に独立した金属線素子の配列面を用いているため、電波吸収体同士の接続や接地は必要ない。このことは施工性を極めて簡便にするもので、本発明の電波吸収体のもう一つの大きな利点である。

【0026】電波吸収面 12 は、独立した複数の金属線素子 11 が誘電体 15 表面に配設されたものである。また、電波吸収面 12 は、図 1 に示すように、金属線素子 11 を誘電体 15 の表面に直接設けたものに限定はされず、他の高分子フィルムやガラス、セラミックス、紙などの誘電体からなる支持体上に金属線素子を設け、その支持体を誘電体 15 表面に配置したものであってもかまわない。金属線素子 11 の形状は、上述の金属線素子 13 と同様に特に限定されるものではなく、例えば、図 2 から図 7 までに示す形状が挙げられる。

【0027】また、金属線素子 11 の材質は、以下のように決定される。上述したように、抵抗体皮膜（電波吸収面 12）のインピーダンス R が媒質 A（誘電体 15）

の電波特性インピーダンス $Z_A$ に完全に等しければ、電波吸収面の表面での反射係数は0となるので、電波吸収面12は抵抗体皮膜は、そのインピーダンス $R$ が媒質Aの電波特性インピーダンス $Z_A$ に近いものが好ましい。

【0028】したがって、電波吸収面12がこのようなインピーダンス $R$ を有するようなものであれば、電波吸収面12に用いられる金属線素子の材質は、本質的な限定を受けるものではない。ここで媒質Aが空気や真空であれば電波特性インピーダンス $Z_A$ は自由空間の電波特性インピーダンス( $\approx 377\Omega$ )となり、ガラスや有機高分子などの場合にはその内部での電波特性インピーダンスとなる。

【0029】しかしながら、導電性の高い金属線素子11からなる電波吸収面12のインピーダンス $R$ は、自由空間の電波特性インピーダンスにくらべ低く、電波特性インピーダンス $Z_A$ に近づけることは困難である。そこで、実用上問題がない電波吸収体を得るには、電波吸収面12は、その表面における、遮蔽しようとする周波数の電波の反射を好ましくは40%以下、より好ましくは35%以下にするようなインピーダンス $R$ を有するものとされる。また、I方向から到来する、遮蔽しようとする周波数の電波を十分に吸収するためには、電波吸収面12の表面において進行波と反射波との間でインピーダンスをマッチングさせる必要がある。そのため、電波吸収面12のインピーダンスやインダクタンス、コンダクタンスは、伝送線路理論や電磁界解析を用いて決定することが望ましい。

【0030】また、電波吸収面12は、遮蔽しようとする周波数の電波の位相を、透過電波と、金属線素子から再放射される電波との合成によりシフトさせる働き(位相調整機能)を兼ね備えるものである。遮蔽しようとする周波数の電波の位相をシフトさせることにより、上記式(2)で表される媒体A中での負荷インピーダンス $Z$ の値は、A/B界面から $X=\lambda/4$ ( $\lambda$ は電波の波長)の所で無限大 $\infty$ にならずに、位相のシフトに応じて媒体A中での負荷インピーダンス $Z$ が無有限大になる位置 $X$ もまたシフトする。したがって、位相シフトの程度を調整することによって、電波反射面14(A/B界面)からの電波吸収層12の位置( $X$ )を調整すること、すなわち電波吸収体10の厚さの変更が可能となる。

【0031】金属線素子11の長さは、遮蔽しようとする周波数の電波を反射せずに、位相をシフトさせてこれを通過させるためには、開放端を有するものの場合、遮蔽しようとする周波数の電波の、誘電体15の換算誘電率を考慮した波長の2分の1から $\pm 2\%$ 以上異なるものであることが好ましい。より好ましくは $\pm 10\%$ 以上異なるものである。長さが波長の2分の1から $\pm 2\%$ 未満の金属線素子では、遮蔽しようとする周波数の電波の反射が大きくなるおそれがある。環状のものの場合、金属線素子11の1周の長さは、遮蔽しようとする周波数の

電波の、誘電体15の換算誘電率を考慮した波長から $\pm 2\%$ 以上異なるものであることが好ましい。より好ましくは $\pm 10\%$ 以上異なるものである。長さが波長から $\pm 2\%$ 未満の金属線素子では、遮蔽しようとする周波数の電波の反射が大きくなるおそれがある。

【0032】電波反射面14からの電波吸収面12の位置を近く、すなわち電波吸収体10の厚さを薄くするためには、具体的には、金属線素子11の長さは、開放端を有するものの場合、遮蔽しようとする周波数の電波の誘電体15中での波長の2分の1に対し、35%~95%の範囲が適当であり、40%~60%の範囲がより好ましい。金属線素子11の長さが電波波長の2分の1の35%未満では、位相を変化させる能力が低下し、95%を超えると、遮蔽しようとする周波数の電波の反射が大きくなるおそれがある。また、環状のものの場合、金属線素子11の1周の長さは、遮蔽しようとする周波数の電波の、誘電体15の換算誘電率を考慮した波長に対し、35%~95%の範囲が適当であり、40%~60%の範囲がより好ましい。

【0033】誘電体15は、いわゆる絶縁体であれば、ガラス、セラミックス、有機高分子などその材質に本質的な制限を受けるものではなく、複数の材質を組み合わせ用いることもできる。また、本発明における誘電体には、真空、空気、その他のガスも含まれるものとする。

【0034】誘電体15の厚さは、誘電体の誘電率、遮蔽しようとする電波の周波数、電波吸収面12における位相シフトの程度によって適宜、決定される。誘電体15の厚さ決定についても、伝送線路理論や電磁界解析を用いることが有効である。

【0035】このような電波吸収体10にあつては、電波吸収面12が位相調整機能を有しているので、電波吸収面12による位相シフトの程度に応じて電波吸収面12と電波反射面14との間隔を調整することができ、遮蔽しようとする電波の周波数が同じである従来の $\lambda/4$ 型電波吸収体にくらべ、厚さを薄くすることができる。また、抵抗体としても機能する電波吸収面12と電波反射面14とが誘電体15を挟んで配置されているので、I方向から到来する電波のうち、電波吸収面12と電波反射面14との間隔および電波吸収面12による位相シフトの程度に応じた、特定の周波数の電波を吸収することができる。

【0036】また、電波反射面14が、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する金属線素子13が配設されたものであるので、遮蔽しようとする周波数の電波のうち、II方向から到来する電波を反射しつつ、遮蔽しようとする周波数以外の電波を双方向に透過させることができ、電波吸収体間の接続や接地の必要がなく施工性に優れる。また、電波反射面14が、金属線素子13が配設されたものであるので、誘電体15と

して光の透過率の高い材質を用いれば、得られる電波吸収体は、光の透過率の高いものとなり、窓ガラスなどにも貼設することができる。

【0037】ここで、遮蔽しようとする周波数以外の電波を双方向に透過させることができるとは、遮蔽しようとする周波数から20%以上離れた周波数における電波の透過損失が、10dB以下となる状態をいう。

【0038】なお、本発明の電波吸収体は、図示例の電波吸収体10の形態のものに限定はされず、誘電体を有し、該誘電体の一方の表面には位相調整機能を有する電波吸収面が形成され、電波吸収面とは反対側の誘電体表面には電波反射面が形成されているものであれば、例えば、(1)電波反射面の両側に、誘電体、電波吸収面が設けられているもの、(2)電波吸収面および／または電波反射面の表面に、プラスチックフィルムやガラスなどからなる保護層などが設けられたもの、などであっても構わない。

【0039】また、電波反射面は、複数種類の金属線素子が配設されたものであってもよい。このような電波反射面を有する電波吸収体は、複数の周波数の電波を反射することができる。さらに、この電波反射面で反射される複数の周波数の電波のそれぞれの波長に応じた位置に、複数の電波吸収面を設ければ、複数の周波数の電波を吸収することができる。

【0040】

【実施例】（実施例1）厚さ14mmの発泡スチロール（誘電体15）表面に、金属線素子11を有するフィル

	2.45GHz 反射減衰量	2.45GHz 透過減衰量	全体の厚さ
実施例1	34dB	40dB	14mm
比較例1	40dB	40dB	30.6mm

【0044】表1の結果から明らかなように、本発明の電波吸収体は、十分な性能を維持しつつ、従来の電波吸収体にくらべ厚さを大幅に薄くすることができることが確認された。

【0045】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明の電波吸収体は、誘電体を有し、該誘電体表面には位相調整機能を有する電波吸収面が形成され、電波吸収面とは反対側の誘電体表面には電波反射面が形成されているので、電波吸収面側から到来する、遮蔽しようとする周波数の電波を選択的に吸収し、電波反射面側から到来する電波は反射し、しかも、従来のλ/4型電波吸収体よりも厚さを薄くすることができる。本発明の電波吸収体を用いて電波遮蔽室等を形成すると、室内での専用通信（事業所内簡易型携帯電話や無線LANなど）に使用する電波の室内での反射や室外からの侵入に起因する画面の揺らぎや専用通信の誤動作などの発生を防止できるとともに、外部との通信や公共放送の受信などが可能である。

【0046】また、電波吸収面が、独立した複数の金属

μ（L：2pF、R：0.01Ω/□）[at2.45GHz]を貼り付けた。また、この発泡スチロール（誘電体15）の裏面に、金属線素子13を有するフィルム（R：0.01Ω/□）[at2.45GHz]を貼り付け、図1に示すような電波吸収体を作製した。

【0041】この電波吸収体について、I方向から到来する電波に対する2.45GHzにおける透過減衰量測定および反射減衰量の測定を行った。結果を表1に示す。透過減衰量測定は透過損失法を用い、電波吸収体がない場合に比べて何dB透過量が減少したかを測定した。反射減衰量測定は反射電力法を用い、同じサイズの金属板と比較して何dB反射量が減少したかを測定した。測定範囲は、2GHzから20GHzとし、ネットワークアナライザ（ヒューレッドパッカード社製、HP8522C）のS21モードにおいて測定した。

【0042】（比較例1）厚さ30.6mmの発泡スチロール（誘電体）表面に、抵抗体皮膜（R：377Ω/□）を有するフィルムを貼り付けた。また、この発泡スチロール（誘電体）の裏面に、金属線素子を有するフィルム（R：0.01Ω/□）[at2.45GHz]を貼り付け、抵抗体皮膜と電波反射面とが誘電体を挟んで配置された電波吸収体を作製した。この電波吸収体について、実施例1と同様にして透過減衰量測定および反射減衰量の測定を行った。結果を表1に示す。

【0043】

【表1】

線素子が配設されたものであれば、遮蔽しようとする周波数以外の電波を双方向に透過させることができ、電波吸収体間の接続や接地の必要がなく施工性に優れる。また、誘電体として光の透過率の高い材質を用いれば、得られる電波吸収体は、光の透過率の高いものとなり、窓ガラスなどにも貼設することができる。

【0047】また、電波反射面が、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する、独立した複数の金属線素子が配設されたものであれば、遮蔽しようとする周波数の電波のうち、電波反射面側から到来する電波は反射し、遮蔽しようとする周波数以外の電波を双方向に透過させることができ、電波吸収体間の接続や接地の必要がなく施工性に優れる。また、誘電体として光の透過率の高い材質を用いれば、得られる電波吸収体は、光の透過率の高いものとなり、窓ガラスなどにも貼設することができる。

【0048】また、電波吸収面および電波反射面が、合計で3カ所以上に設けられていれば、複数の周波数の電波を反射することができる。また、電波反射面が、複数

種類の金属線素子が配設されたものであれば、複数の周波数の電波を反射することができる。また、電波吸収面が、その表面において反射される、遮蔽しようとする周波数の電波が40%以下となるようなインピーダンスを有するものであれば、電波吸収面での反射を抑えつつ、遮蔽しようとする周波数の電波を効率よく吸収することができる。また、本発明の電波吸収体が、遮蔽しようとする周波数から20%以上離れた周波数における電波の透過損失が10dB以下であれば、電波吸収体を透過する、遮蔽しようとする周波数以外の電波の透過量が十分な量となる。また、電波吸収面が、複数設けられていれば、複数の周波数の電波を吸収することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の電波吸収体の一例を示す断面図である。

【図2】 本発明の電波吸収体の電波反射面における金属線素子の配設の一形態例を示す図である。

【図3】 本発明の電波吸収体の電波反射面における金属線素子の配設の他の形態例を示す図である。

【図4】 本発明の電波吸収体の電波反射面における金

属線素子の配設の他の形態例を示す図である。

【図5】 本発明の電波吸収体の電波反射面における金属線素子の配設の他の形態例を示す図である。

【図6】 本発明の電波吸収体の電波反射面における金属線素子の配設の他の形態例を示す図である。

【図7】 本発明の電波吸収体の電波反射面における金属線素子の配設の他の形態例を示す図である。

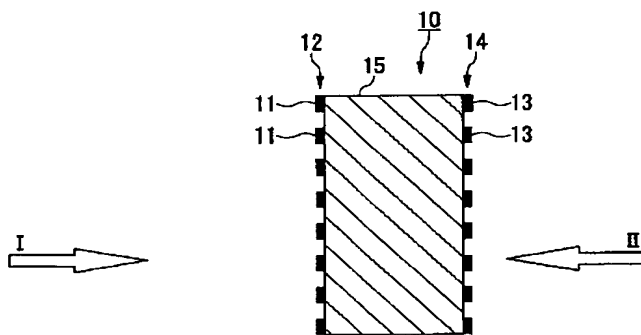
【図8】 従来の電波吸収体の一例を示す断面図である。

【図9】 媒体とインピーダンスとの関係を説明するための概念図である。

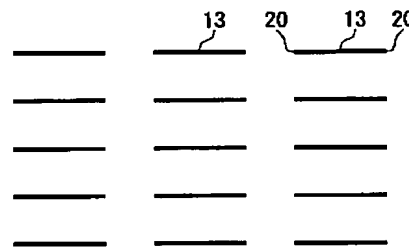
#### 【符号の説明】

- 10 電波吸収体
- 11 金属線素子
- 12 電波吸収面
- 13 金属線素子
- 14 電波反射面
- 15 誘電体
- 20 開放端

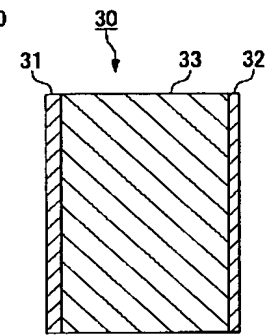
【図1】



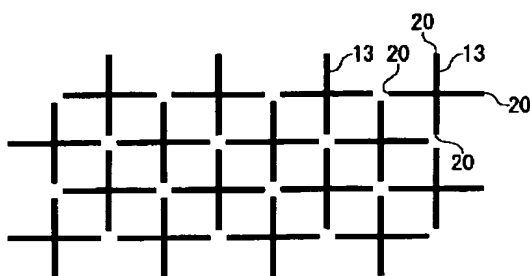
【図2】



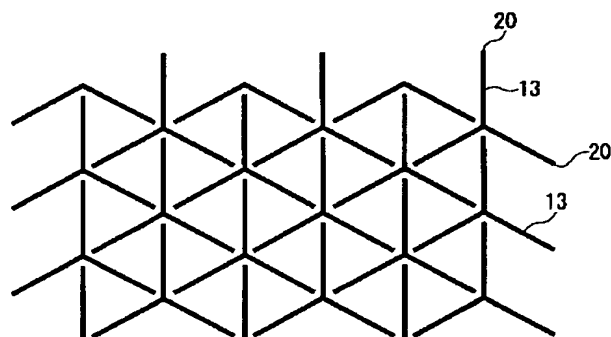
【図8】



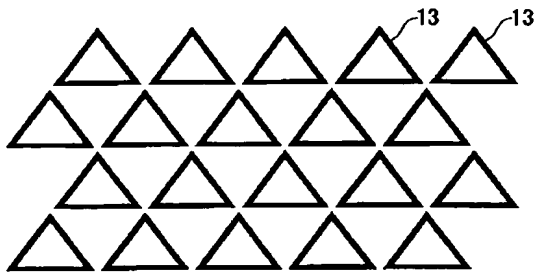
【図3】



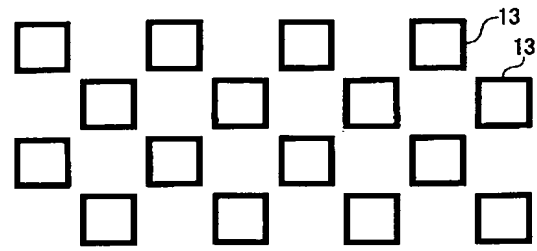
【図4】



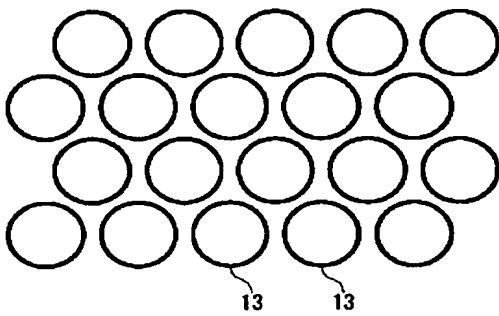
【図5】



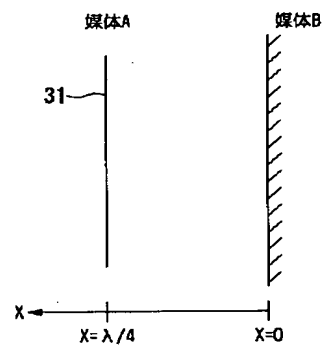
【図6】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 中島 英実  
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72)発明者 高橋 哲哉  
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内  
Fターム(参考) 5E321 AA33 BB25 CC16 GG12 GH01